



# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **15 MARS 2006**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## BREVET D'INVENTION

26bis, rue de Saint-Pétersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54

Code de la propriété intellectuelle-livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: 24 - SEPT 2002 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: 02 11 788 DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: 75 DATE DE DÉPÔT: 24 SEP. 2002	Alain ARMENGAUD Cabinet ARMENGAUD AINE 3, Avenue Bugeaud 75116 PARIS France
Vos références pour ce dossier: AA/AC 60.782	

<b>1 NATURE DE LA DEMANDE</b>			
Demande de brevet			
<b>2 TITRE DE L'INVENTION</b>			
		PROCÉDE DE TRAITEMENT D'EAUX RESIDUAIRES PAR BIO-REACTEUR A MEMBRANES	
<b>3 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE</b>		Pays ou organisation	Date N°
<b>4-1 DEMANDEUR</b>			
Nom	ONDEO DEGREMONT		
Rue	183, Avenue du 18 juin 1940		
Code postal et ville	92500 RUEIL MALMAISON		
Pays	France		
Nationalité	France		
Forme juridique	Société anonyme		
<b>5A MANDATAIRE</b>			
Nom	ARMENGAUD		
Prénom	Alain		
Qualité	CPI: 92-1003		
Cabinet ou Société	Cabinet ARMENGAUD AINE		
Rue	3, Avenue Bugeaud		
Code postal et ville	75116 PARIS		
N° de téléphone	01-45-53-05-50		
N° de télécopie	01-45-53-80-21		
Courrier électronique	armengau@club-internet.fr		

6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS		Fichier électronique	Pages	Détails
Description		desc.pdf	8	
Revendications	V		1	2
Dessins			2	2 fig., 3 ex.
Abrégé	V		1	
Désignation d'inventeurs				
Listage des sequences, PDF				
Rapport de recherche				
Chèque			1 doc.	0002651
<b>7 MODE DE PAIEMENT</b>				
Mode de paiement	Remise d'un chèque			
Numéro de chèque	0002651			
Remboursement à effectuer sur le compte n°	036			
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>				
Etablissement immédiat				
<b>9 REDEVANCES JOINTES</b>				
	Devise	Taux	Quantité	Montant à payer
062 Dépôt	EURO	35.00	1.00	35.00
063 Rapport de recherche (R.R.)	EURO	320.00	1.00	320.00
Total à acquitter	EURO			355.00
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b>				
Signé par	Alain ARMENGAUD			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

La présente invention concerne le traitement des eaux résiduaires à l'aide de bio-réacteurs à membranes.

On sait qu'à l'occasion de tels traitements, il est nécessaire de réaliser une opération de déshydratation des boues biologiques provenant du réacteur, ces boues subissant préalablement un conditionnement chimique afin d'en assurer la floculation. Pour ce conditionnement, on utilise des polymères et plus généralement des polyélectrolytes, notamment en vue d'obtenir des floccs volumineux, bien différenciés, dans une eau interstitielle clarifiée. L'effluent liquide issu de l'opération de déshydratation est recyclé en tête du bio-réacteur à membranes.

Les retours de cet effluent en tête du bio-réacteur à membranes induisent un risque majeur qui est dû au fait que cet effluent, provenant de l'opération de déshydratation des boues, contient des quantités résiduelles relativement importantes de polyélectrolytes susceptibles de provoquer un colmatage sévère, voire irréversible des membranes du bio-réacteur.

Lors du traitement d'une eau résiduaire à l'aide d'un bio-réacteur à membranes, le débit journalier des retours en tête, c'est-à-dire de l'effluent liquide issu de l'opération de déshydratation, représente couramment 1 à 5% du débit journalier d'alimentation en eau résiduaire urbaine et parfois plus de 10% du débit journalier lorsqu'il s'agit de traiter des eaux résiduaires industrielles.

Lorsque le traitement de déshydratation des boues et le recyclage en tête de l'effluent liquide issu de cette déshydratation sont effectués de façon discontinue, ce qui est souvent le cas, la proportion entre l'effluent issu de la déshydratation et l'alimentation en eau résiduaire du bio-réacteur peut être ponctuellement bien supérieure, ce

qui aggrave encore le risque de colmatage des membranes de la filière de traitement des eaux, c'est-à-dire du bio-réacteur à membranes.

5 Afin de pallier cet inconvénient, deux solutions sont à l'heure actuelle proposées par l'Homme de l'art :

1°) refuser le risque de colmatage. Dans ce cas, le recyclage en tête de l'effluent liquide n'est pas autorisé. Le traitement des boues issues du bio-réacteur à membranes est alors délocalisé sur une station classique voisine. Or,  
10 il n'est pas systématiquement possible d'implanter une telle station de traitement des boues à proximité de la station de traitement des eaux résiduaires et, dans tous les cas, cette solution implique le transport de volumes de boues pouvant devenir difficilement acceptable lorsque la  
15 station est de dimensions importantes.

2°) maîtriser le risque :

a) en limitant au maximum la quantité (c'est-à-dire le dosage) de polyélectrolytes utilisée pour le conditionnement des boues soumises au traitement de  
20 déshydratation, en veillant à réintroduire les retours en tête de l'effluent liquide issu du traitement de déshydratation des boues, au point le plus éloigné des membranes du bio-réacteur et à répartir dans le temps ces retours en tête, de manière à assurer la plus grande  
25 dilution possible avec l'eau résiduaire alimentant le bio-réacteur à membranes. Ceci peut notamment se traduire par la nécessité de prévoir un bassin-tampon stockant momentanément l'effluent avant son recyclage en tête.

Cette option peut permettre de gérer le risque de  
30 colmatage des membranes du bio-réacteur, mais elle n'élimine pas le risque d'un surdosage accidentel des polyélectrolytes lors du traitement des boues. La maîtrise d'un tel risque est d'autant plus difficile à assurer que l'analyse quantitative des résiduels des polyélectrolytes

contenus dans les retours en tête est aujourd'hui techniquement complexe, voire impossible.

b) En soumettant les effluents issus du traitement de déshydratation des boues à un pré-traitement en vue de détruire les quantités résiduelles de polyélectrolytes. Cette solution présente cependant l'inconvénient d'être très coûteuse car l'élimination de quelques milligrammes par litre de quantités résiduelles de polyélectrolytes implique le plus souvent une dépollution au moins partielle de l'effluent issu de la déshydratation des boues. Ainsi, par exemple, un traitement d'oxydation par l'ozone des quantités résiduelles de polyélectrolytes implique un dosage très important et non économique en raison de la demande en ozone de l'effluent (oxydation des matières organiques). Plus généralement, les traitements oxydants effectués sur de tels effluents peuvent également donner lieu à des sous-produits d'oxydation difficiles à éliminer par la filière eau si cette dernière n'a pas été conçue pour traiter ce type de pollution induite.

Enfin, en l'absence de véritable « barrière physique », les pré-traitements proposés à l'heure actuelle ne permettent pas d'assurer une élimination totale du risque de colmatage des membranes de la filière de traitement des eaux.

Dans l'hypothèse où ces membranes sont gravement colmatées par le polyélectrolyte, l'Homme de l'art peut mettre en œuvre des procédures de lavage chimiques afin de restaurer les performances des membranes. Cependant l'efficacité de ces procédures est aléatoire et les produits chimiques qu'elles mettent en œuvre sont agressifs pour les membranes, ce qui hypothèque leur durée de vie. En outre, ces procédures impliquent une maintenance lourde, coûteuse et une immobilisation d'une partie de la surface des membranes qui n'est plus disponible alors pour la

filtration de l'eau résiduaire. Cet inconvénient se traduit par la nécessité de surdimensionner la partie filtration membranaire.

5 La présente invention s'est donc fixé pour objectif de permettre le recyclage, en tête de la filière eau d'une installation de traitement d'eaux résiduaires par bio-réacteurs à membranes, de l'effluent provenant de la filière boue, c'est-à-dire de l'étape de déshydratation des boues en excès issues de la filière eau, en supprimant  
10 totalement le risque de colmatage des membranes de la filière eau par les résiduels de polyélectrolytes issus de la filière boue.

En conséquence, cette invention concerne un procédé de traitement d'eau résiduaire par un bio-réacteur à membranes  
15 comportant une étape de déshydratation des boues et un recyclage, en tête du bio-réacteur, de l'effluent liquide issu de la déshydratation des boues, caractérisé en ce que :

- les boues biologiques extraites du bio-réacteur sont  
20 mises en contact avec l'effluent liquide provenant de l'étape de déshydratation des boues de manière que la teneur résiduelle dudit effluent en polyélectrolyte ayant servi au conditionnement des boues lors de l'étape de déshydratation migre vers les boues biologiques ;
- 25 - les boues biologiques sont séparées de l'effluent liquide de manière à obtenir, d'une part un effluent liquide exempt de polyélectrolyte et d'autre part une boue biologique chargée en polyélectrolyte ;
- l'effluent liquide exempt de polyélectrolyte est recyclé  
30 en tête du bio-réacteur à membranes et,
- la boue biologique chargée en polyélectrolyte est évacuée vers l'étape de déshydratation.

Selon la présente invention, la séparation des boues biologiques, de l'effluent liquide, est effectuée par



filtration sur membranes de microfiltration ou d'ultrafiltration. En choisissant un seuil de coupure nettement inférieur au poids moléculaire des polyélectrolytes mis en œuvre lors de la déshydratation des boues, les membranes de la filière boue agissent comme une véritable barrière physique et produisent un effluent exempt de traces de polyélectrolytes pouvant être recyclé sur la filière eau, c'est-à-dire en tête du bio-réacteur, sans risque de colmatage des membranes de ce dernier, les boues ou floccs biologiques, chargés en polyélectrolytes étant évacués vers l'étape de déshydratation des boues.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-après, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les dessins :

- la figure 1 est une vue schématique représentant une installation mettant en œuvre le procédé selon la présente invention et,
- la figure 2 est une vue similaire à la figure 1, relative à un exemple de mise en œuvre du procédé objet de l'invention.

En se référant à la figure 1, on y a schématisé en 1 la filière eau de traitement d'une eau résiduaire urbaine ou industrielle, cette filière comportant un bio-réacteur à membranes. Cette installation comporte un atelier de déshydratation des boues issues de la filière eau, désigné dans son ensemble par la référence 4, avec une injection de polyélectrolyte pour le conditionnement des boues, cet atelier produisant, d'une part des boues déshydratées et, d'autre part un effluent de déshydratation évacué à l'aide d'une conduite 6.

Les boues en excès provenant de la filière eau sont mises au contact de l'effluent de déshydratation amené par

la conduite 6, dans un contacteur 2. Au cours de cette mise en contact, la quantité résiduelle de polyélectrolyte contenue dans l'effluent de déshydratation migre de la phase liquide vers les flocs ou boues biologiques provenant de la filière eau, par des phénomènes d'adsorption, d'absorption et de floculation à des niveaux très éloignés de la saturation. Le rendement de fixation du polyélectrolyte est voisin de 100%.

Ainsi, le procédé objet de la présente invention permet la mise en contact intime d'une grande quantité de boues biologiques en excès extraites du bio-réacteur à membranes (concentration de l'ordre de 8 à 12 g/l) avec une faible quantité de polyélectrolyte résiduel contenue dans l'effluent de déshydratation. Les pertes de polyélectrolyte au niveau de l'atelier de déshydratation 4 peuvent représenter près de 10% du dosage initial, voire plus en cas de surdosage.

Le contacteur 2 peut être par exemple un réacteur à mélange rapide « TURBACTOR » tel que décrit dans le Memento Technique de l'Eau, Tome 2, page 638, édité par DEGREMONT (Edition du Cinquantenaire 1989).

La séparation de la boue biologique et de la phase liquide est ensuite effectuée par filtration de manière à obtenir un effluent liquide exempt de polyélectrolyte, recyclé en tête de la filière eau à l'aide d'une conduite 7 et une boue biologique chargée en polyélectrolyte qui est amenée à l'atelier de déshydratation 4 par la conduite 5. Ainsi qu'on l'a mentionné ci-dessus, cette séparation peut être réalisée par filtration sur membranes de microfiltration ou d'ultrafiltration agissant comme une barrière physique de manière à produire un effluent exempt de traces de polyélectrolyte. Cet effluent peut donc être recyclé sur la filière eau sans risque de colmatage des membranes de cette filière. Les membranes de la filière

boue peuvent présenter toute géométrie (plane, tubulaire, fibre creuse), être réalisées en tout matériau approprié (organique ou céramique) et présenter toute configuration de fonctionnement (système externe ou système immergé).

5           La Figure 2 illustre un exemple de mise en œuvre du procédé objet de l'invention. Sur cette figure 2, on a mentionné les valeurs caractéristiques de l'installation utilisée lors de cette mise en œuvre et les données obtenues.

10           L'examen de cette figure montre que la « fuite » de polyélectrolyte au niveau de l'atelier de déshydratation des boues 4 représente 200 g/j. Ce résiduel de polyélectrolyte est transféré, dans le contacteur 2, sur 200 kg de boues biologiques issues de la filière eau 1,  
15           soit un rapport de 1000.

          La surface de membranes 3 (60 m<sup>2</sup>) installée sur la filière boue ne représente que 3% de la surface de membranes (2000 m<sup>2</sup>) du bio-réacteur de la filière eau. Il en résulte que le risque de colmater accidentellement les  
20           membranes est limité à 3% de la surface membranaire totale de l'installation de traitement. Par ailleurs, le fait de dissocier les membranes de la filière eau 1 et les membranes 3 de la filière boue permet d'effectuer un lavage chimique des membranes de la filière boue sans réduire la  
25           capacité de filtration de la filière eau. Il est également possible de prévoir deux jeux de membranes sur la filière boue (une en fonctionnement, l'autre en lavage ou à l'arrêt), étant donné la faible surface des membranes de cette filière boue, ceci étant évidemment impossible, pour  
30           des raisons économiques, sur la filière eau compte tenu de la surface importante des membranes des bio-réacteurs.

          On voit sur cette figure que l'effluent de déshydratation recyclé en tête de la filière eau est exempt

de polyélectrolyte, ce qui élimine tout risque de colmatage des membranes de la filière eau.

Par ailleurs, l'invention permet de réduire la consommation de polyélectrolyte utilisé lors du conditionnement des boues dans l'atelier de déshydratation 4. En effet, le dosage de polyélectrolyte nécessaire à la déshydratation des boues produites par la filière eau est de 10 kg/TMeS. Le recyclage des « fuites » de polyélectrolyte vers l'atelier de déshydratation (conduite 5) permet de réduire de 10% la consommation de polyélectrolyte, cette dernière étant alors de 1,8 kg/j au lieu de 2 kg/j.

Les avantages apportés par la présente invention sont notamment les suivants :

- 15 - elle permet de maîtriser le caractère colmatant des effluents liquides issus de l'étape de déshydratation des boues par transfert d'une faible quantité de polyélectrolyte sur une grande quantité de floccs biologiques (rapport 500 à 4000) ;
- 20 - elle garantit l'absence de traces résiduelles de polyélectrolyte dans l'effluent liquide recyclé en tête de la filière eau, ce qui élimine le risque de colmatage des membranes de cette filière ;
- 25 - elle permet de réduire le dosage de polyélectrolyte lors de la déshydratation des boues grâce au recyclage des fuites de polyélectrolyte sur les boues provenant de la filière eau, avant leur conditionnement.

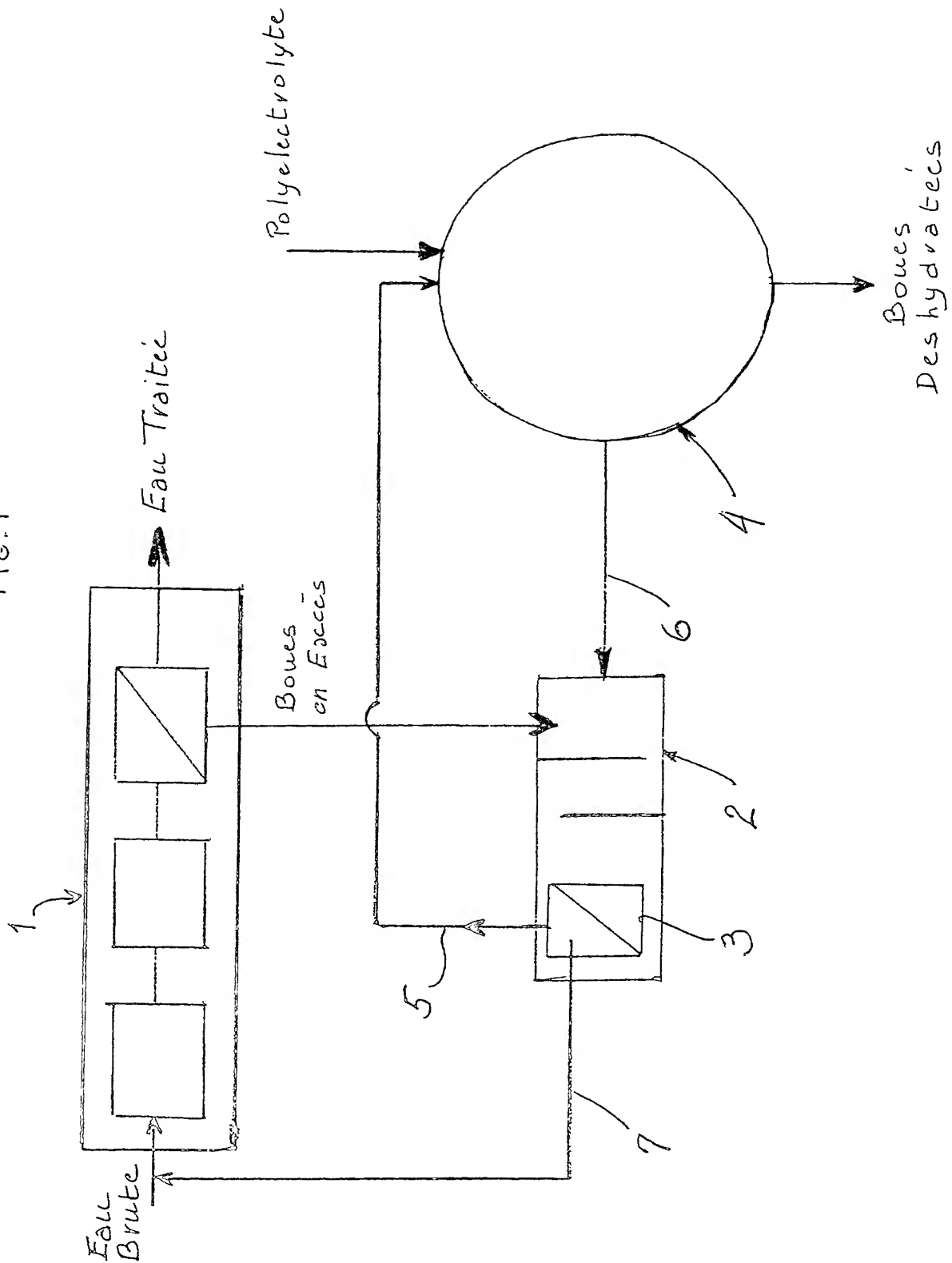
Il demeure bien entendu que la présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits et représentés ci-dessus, mais qu'elle en englobe toutes les variantes.

## REVENDEICATIONS

- 1 - Procédé de traitement d'eau résiduaire par un bio-réacteur à membranes comportant une étape de déshydratation des boues et un recyclage, en tête du bio-réacteur, de l'effluent liquide issu de la déshydratation des boues, caractérisé en ce que :
- les boues biologiques extraites du bio-réacteur (1) sont mises en contact avec l'effluent liquide provenant de l'étape de déshydratation des boues de manière que la teneur résiduelle dudit effluent en polyélectrolyte ayant servi au conditionnement des boues lors de l'étape de déshydratation (4) migre vers les boues biologiques ;
  - les boues biologiques sont séparées de l'effluent liquide de manière à obtenir, d'une part un effluent liquide exempt de polyélectrolyte et d'autre part une boue biologique chargée en polyélectrolyte ;
  - l'effluent liquide exempt de polyélectrolyte est recyclé en tête du bio-réacteur à membranes et,
  - la boue biologique chargée en polyélectrolyte est évacuée vers l'étape de déshydratation.

- 2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la séparation des boues biologiques, de l'effluent liquide, est effectuée par filtration sur membranes de microfiltration ou d'ultrafiltration (3), le seuil de coupure desdites membranes étant nettement inférieur au poids moléculaire des polyélectrolytes mis en œuvre lors de la déshydratation des boues.

FIG.1



1/2

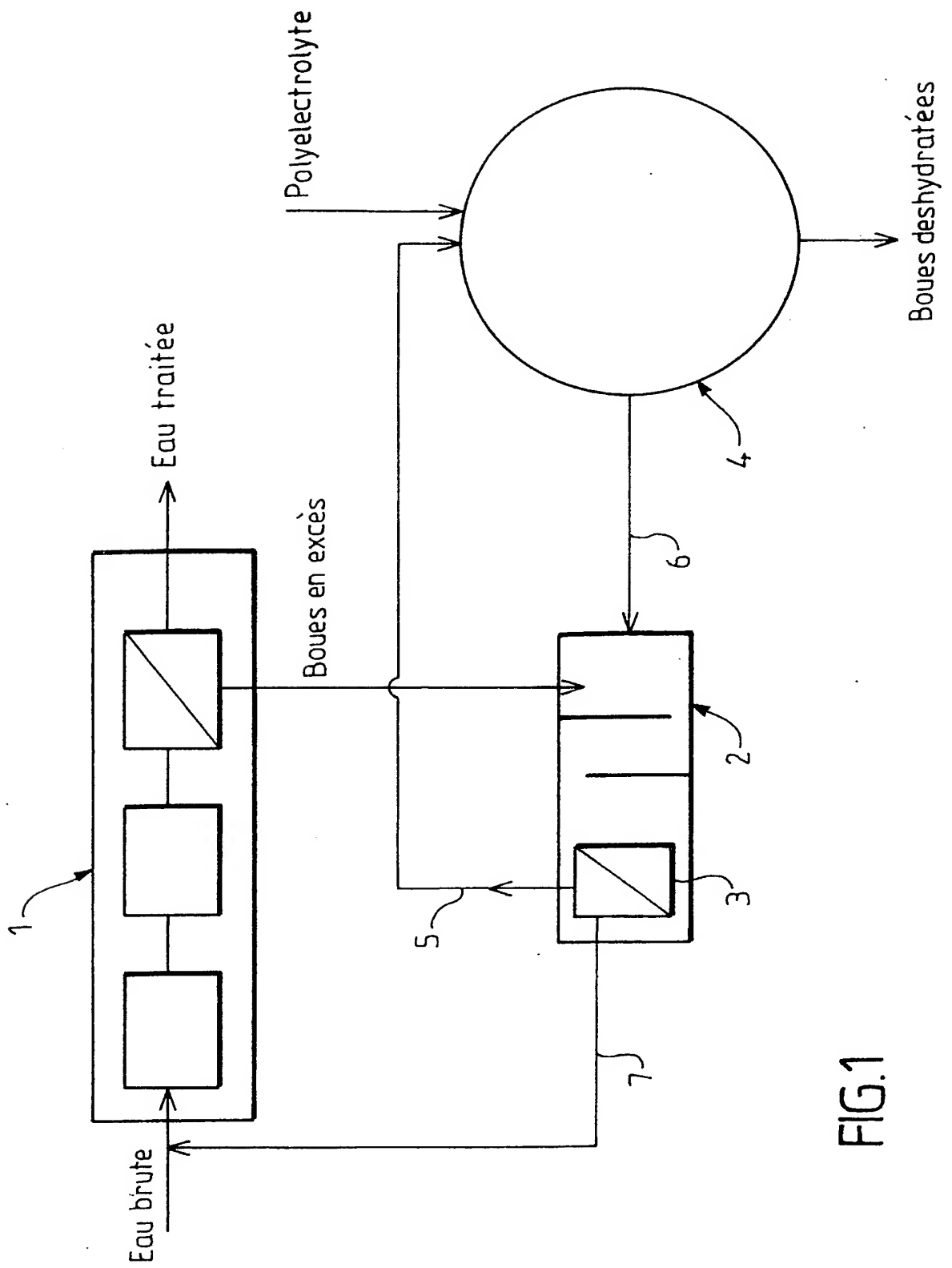
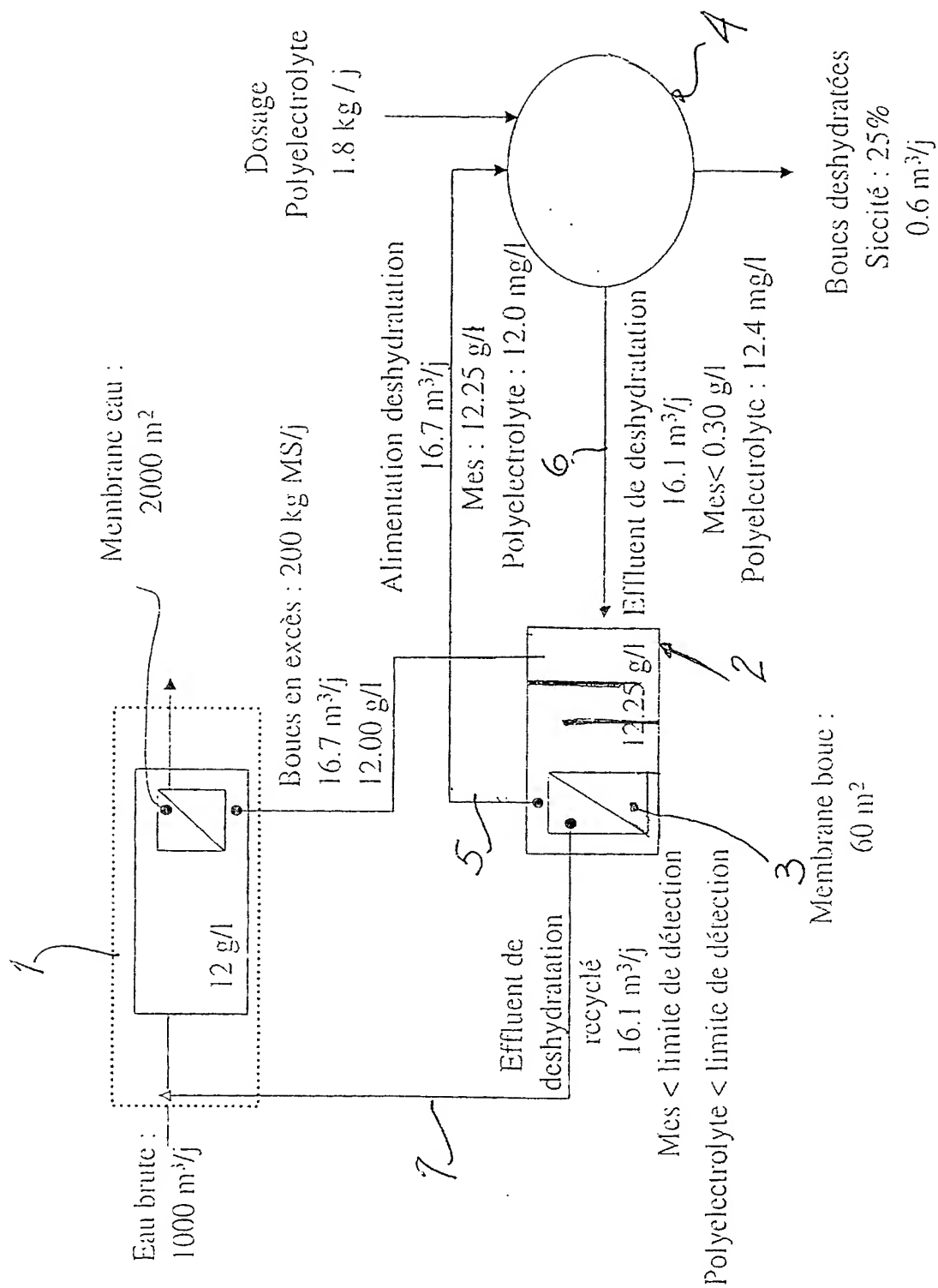


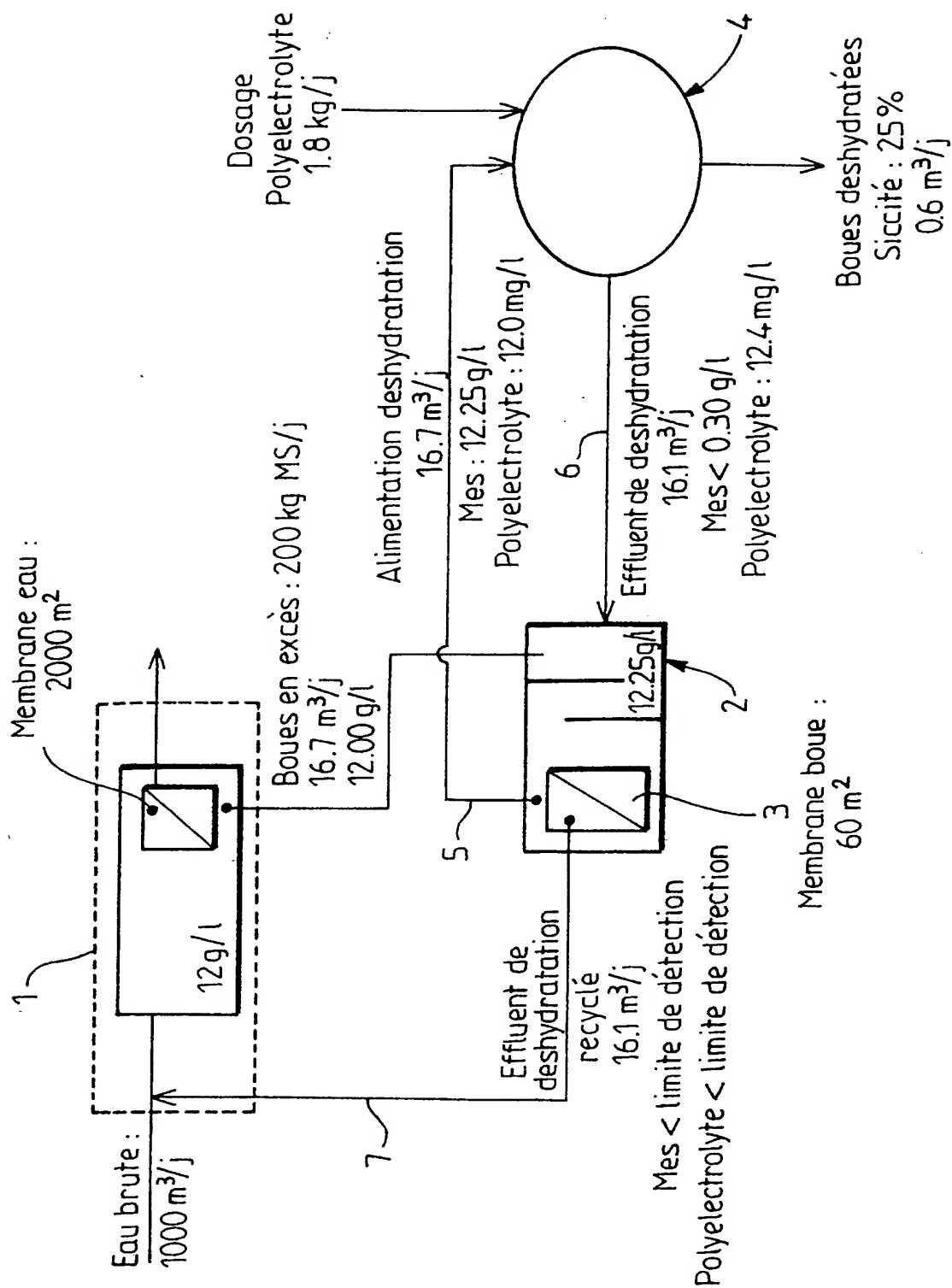
FIG.1

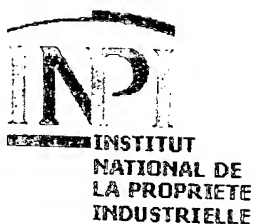
FIG. 2





2/2



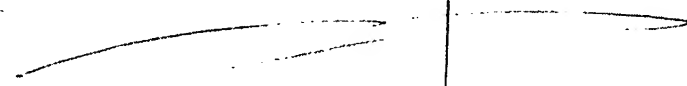


## BREVET D'INVENTION

## Désignation de l'inventeur

Vos références pour ce dossier	AA/AC 60.782
N°D'ENREGISTREMENT NATIONAL	
TITRE DE L'INVENTION	0217788
	PROCEDE DE TRAITEMENT D'EAUX RESIDUAIRES PAR BIO-REACTEUR A MEMBRANES
LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):	Alain ARMENGAUD

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):	
Inventeur 1	
Nom	LANGLAIS
Prénoms	Chrystelle
Rue	4, rue du 11 novembre
Code postal et ville	78230 LE PECQ
Société d'appartenance	
Inventeur 2	
Nom	CORDIER
Prénoms	Michel
Rue	20, rue Marcel Genin
Code postal et ville	92000 NANTERRE
Société d'appartenance	

DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE	
Signé par:	Alain ARMENGAUD
	
Date	24 sept. 2002

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.